

Н.И. БЕЗМЕНОВ, канд. техн. наук, **А.С.БОГАРСУКОВ**, студент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ОСВЕЩЕННОСТИ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

У статті розглянуто питання формування реалістичного зображення тривимірних сцен. Аналізується метод трасування променів з погляду можливості застосування його при описі тривимірних сцен. Наведено результати моделюванні тривимірних сцен і зроблені висновки про якість розглянутого методу й напрямках його удосконалювання.

Постановка задачи. Компьютерная графика остается одной из самых впечатляющих и быстро развивающихся технологий. Ее методы применяются в разработке обучающих тренажеров, производстве рекламы, кинофильмов, научных исследованиях. В частности, большая часть современных исследований в этой области связана с реализма получаемых изображений [1-4].

Чтобы получить реалистичное изображение сцены, необходимо сгенерировать проекции объектов и применить эффекты естественного освещения видимых поверхностей. Процедура, используемая для расчета цвета освещенной точки на поверхности, называется моделью освещения (затенения) и в основном определяет качество получаемого изображения [1].

Данная статья рассматривает метод трассировки лучей, оценивая его применимость для решения задачи получения реалистичных изображений.

Метод трассировки лучей. Метод основан на расчете траекторий движения лучей света между источниками освещения и наблюдателем. Он является относительно простой, мощной и расширяемой методикой визуализации, позволяя получать глобальные эффекты отражения и преломления.

Алгоритм визуализации основан на принципах геометрической оптики. В стандартном алгоритме для каждого пикселя генерируется один обращенный луч света. После этого находится точка пересечения луча с ближайшим объектом сцены. Если такая точка найдена, луч отражается от пересекаемой поверхности вдоль траектории зеркального отражения, для прозрачных поверхностей луч также посылается через поверхность в направлении преломления. Затем процедура трассировки повторяется для вторичных лучей. В процессе работы строится бинарное дерево, левые ветви которого используются для представления траекторий отражения, а правые – для траекторий пропускания. В каждой точке пересечения с поверхностью согласно модели освещенности определяется вклад в ее интенсивность, записываемый в соответствующий узел дерева. Максимальная глубина дерева задается пользователем. Путь луча от пикселя на бинарном дереве отбывается также, если он не пересекает поверхность или пересекает источник света, не

являющийся отражающей поверхностью. После того как для пикселя построено двоичное дерево, вклады интенсивности суммируются.

Рисунок 1 демонстрирует пересечение лучом поверхности и вектора, используемые для расчета интенсивности отраженного и преломленного света (все вектора на рисунке – единичные).

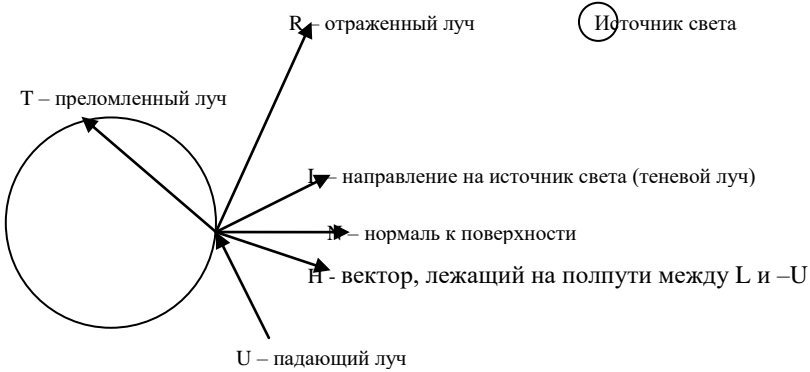


Рисунок 1. Основные лучи, участвующие процедуре трассировки лучей.

Интенсивность фонового излучения задается некоторой константой [2]. Диффузное и зеркальное отражение определяются формулами:

$$I_{diff} = k_{diff} I_{light} \cos \theta, \quad (1)$$

$$I_{spec} = W(\theta) I_{light} \cos^{n_s} \varphi, \quad (2)$$

где $W(\theta)$ и k_{diff} – коэффициенты зеркального и диффузного отражения, I_{light} – интенсивность источника света, θ – угол векторами N и L, φ – угол между векторами N и H, n_s – показатель зеркального отражения,.

Направление для отраженного и преломленного лучей:

$$R = U - 2(U, N)N \quad (3)$$

$$T = \frac{\eta_i}{\eta_r} U - \left(\cos \theta_r - \frac{\eta_i}{\eta_r} \cos \theta_i \right) N \quad (4)$$

Параметры η_i и η_r – это показатели преломления материала, в котором распространяется падающий и преломленный свет соответственно. Угол преломления θ_r можно вычислить по закону Снелла [1].

Результаты моделирования. Для тестирования метода была разработана тестовая сцена, состоящая из 3 зеркальных шаров, плоскости и двух источников освещения. Были получены изображения сцены с использованием

базового варианта вышеописанного метода трассировки лучей (см. Рисунок 3), а также методом, используемым большинством современных видеоадаптеров для моделирования освещенности объектов (см. Рисунок 2).

Как видно из рисунков, изображение, полученное с помощью метода трассировки лучей, выглядит значительно реалистичнее – в нем присутствуют тени, отражения окружения объектов, блики от источников освещения. Рисунок 2 же демонстрирует лишь присутствие диффузной и зеркальной компонент освещенности в цвете каждого из объектов. Однако, тогда как для генерации последнего из изображений потребовалось порядка 30 секунд, первый мог создаваться в реальном времени с частотой 30-50 кадров в секунду. Столь заметная разница в скорости методов объясняется прежде всего рекурсивной природой метода трассировки лучей – при увеличении глубины дерева на 1 объем вычислений увеличивается более чем в 2 раза. Кроме того, так как в базовом варианте этот метод создает лишь по одному лучу на пиксель, возникает вероятность не отобразить какой-либо удаленный объект – ликвидировать этот недостаток можно лишь увеличив количество лучей. Кроме того, скорость метода существенно зависит от разрешения результирующего изображения.

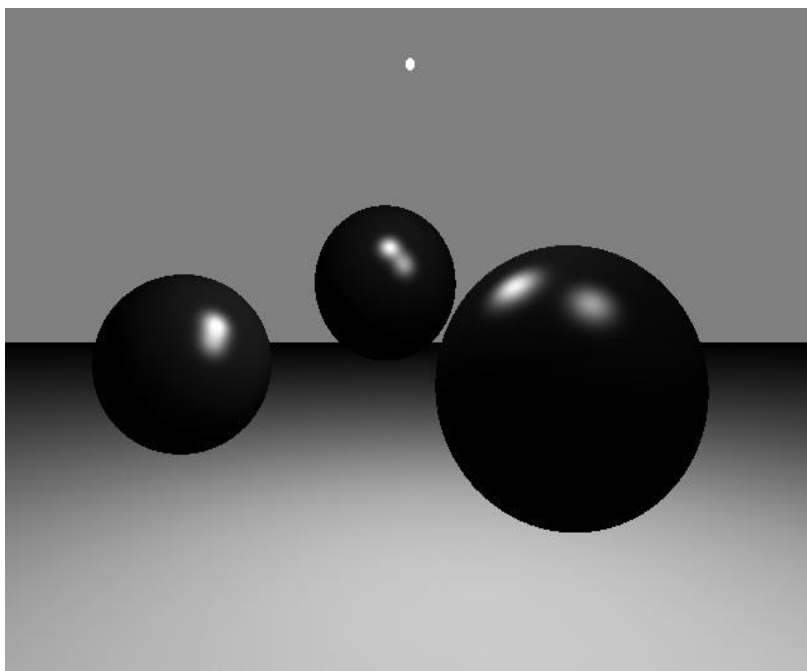


Рисунок 2. Простая сцена с минимальными световыми эффектами

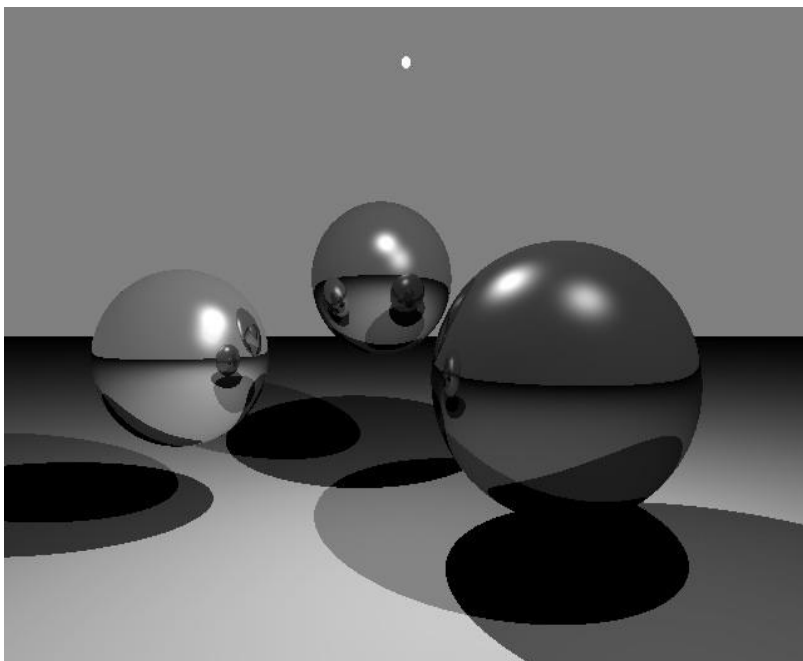


Рисунок 3. Изображение, полученное с методом трассировки лучей

Выводы. Суммируя все вышесказанное, можно сделать следующие выводы относительно метода трассировки лучей. Благодаря эффектам теней и преломления метод обеспечивает реалистичность результирующего изображения уже в базовом варианте. Однако, ценой этому является очень низкое быстродействие, причем проблему не решает даже использование аппаратного ускорения. Для метода очень актуальна проблема сглаживания получаемых изображений; увеличение разрешения изображения или количества лучей частично снимает данную проблему, но влечет за собой, как было отмечено, сильное падение быстродействия. Наконец, метод плохо приспособлен для работы с неточечными источниками освещения.

Список литературы: 1. Херн, Бейкер. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. – М.: Издательский дом «Вильямс», 1168 стр. 2004. 2. Пореев В. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 3. Эйнджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на основе OpenGL, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. 4. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2002. 5. Курош Г. Курс высшей алгебры. – М.: Издательство «Наука», 1975. 6. Страуструп Б. Язык программирования C++, спец. изд. – М.: СПб.: «Издательство БИНОМ» – «Невский Диалект», 2001.

Поступила в редколлегию 23.05.05